

(Translation)

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

3
S. with
11/07/01
11000 U.S. PTO
09/931962



This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application : August 17, 2000

Application Number : Patent Appln. No. 2000-247885

Applicant(s) : SHARP KABUSHIKI KAISHA

Wafer
of the
Patent
Office

June 8, 2001

Kozo OIKAWA

Commissioner,
Patent Office

Seal of
Commissioner
of
the Patent
Office

Appln. Cert. No.

Appln. Cert. Pat. 2001-3054236

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

11000 U.S. PTO
09/931962
08/16/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-247885

出 願 人

Applicant(s):

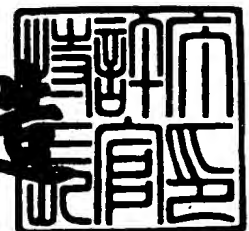
シャープ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 6月 8日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 00J03000

【提出日】 平成12年 8月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06T 7/20
G01B 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区左門町 1 6 - 2 日本生命四谷ビル 5 F
シャープセミコンダクタ株式会社内

【氏名】 福原 良雄

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 熊田 清

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 田中 伸一

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078282

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 秀策

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001878

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005652

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 移動物体追尾装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 周囲の視野情報を取り込む光学系と、
該光学系で取り込まれた視野情報を画像情報に変換する撮像手段と、
該画像情報を処理する情報処理手段と
を備え、周囲の移動物体を検知して追尾する移動物体追尾装置において、
該光学系が、少なくとも双曲面ミラーを備え、周囲 3 6 0 ° の視野情報を取り
込む全方位視覚センサーからなり、
該撮像手段が、1 台の静止したカメラから構成され、
該情報処理手段が、撮像画像情報から 1 または 2 以上の移動物体を検知して追
尾する検知追尾手段を有する移動物体追尾装置。

【請求項 2】 前記情報処理手段は、少なくとも撮像画像情報をパノラマ画
像に変換するパノラマ画像変換手段を備え、
該パノラマ画像変換手段は、該パノラマ画像内の 1 または 2 以上の移動物体に
マーカを付加するマーカ付加手段を有する請求項 1 に記載の移動物体追尾装
置。

【請求項 3】 前記マーカ付加手段は、前記パノラマ画像内の移動物体像
のサイズに応じたサイズのマーカを付加する請求項 2 に記載の移動物体追尾装
置。

【請求項 4】 前記情報処理手段は、少なくとも撮像画像情報を透視投影画
像に変換する透視投影画像変換手段を備えている請求項 1 乃至請求項 3 のいづれ
かに記載の移動物体追尾装置。

【請求項 5】 前記情報処理手段は、撮像画像の解像度に応じた変換表を用
いて画像情報を処理する請求項 1 乃至請求項 4 のいづれかに記載の移動物体追尾
装置。

【請求項 6】 前記情報処理手段は、撮像画像の RGB データのうちの 1 種
類のデータのみを用いて画像情報を処理する請求項 1 乃至請求項 5 のいづれかに
記載の移動物体追尾装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ビデオカメラ等により周囲の視野情報を取り込み、その撮像画像情報に対して画像処理技術により情報処理を施すことにより、周囲の移動物体を抽出して自動的に追尾する移動物体追尾装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、危険領域への侵入者を監視のためや、移動機器の衝突防止のための監視用カメラシステムへの応用を目指して、ビデオカメラ等により周囲の視野情報を取り込み、その撮像画像に対して画像処理技術により情報処理を施すことにより、周囲の移動物体を抽出して自動的に追尾する移動物体追尾装置が注目されている。この技術分野では、従来から、移動物体の動きにカメラを追従させる方法が用いられてきた。

【0003】

例えば、

①特開平 8 - 9 2 2 7 号公報（自動追尾機能を有する撮像装置）では、パン、チルト、ズーム等の撮影画角を変化させることができる 1 台のカメラを移動物体の動きに応じて回転させて、移動物体を追尾する方法が記載されている。

【0004】

②特開平 7 - 1 1 4 6 4 2 号公報（移動物体の計測装置）では、上記①のカメラによる追尾をスムーズに行うために移動物体の移動位置を予測し、その予測値に基づいた制御目標値をカメラの駆動手段に与える方法が提案されている。

【0005】

③複数のカメラを用いた追尾装置として、特開平 9 - 3 2 2 0 5 2 号公報（自動撮影カメラシステム）では、「センサカメラ」と称する 2 台のカメラを用いて三角測量の原理により移動物体の座標を求め、この座標に応じて撮影用のカメラに対してパン、チルト、ズーム等のカメラ制御を行って、移動物体を追尾する方法が記載されている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記①の方法は、カメラの画角内に移動物体が存在しないと機能しないため、目的とする移動物体の移動速度が速く、カメラの画角から外れてしまった場合には、自動追尾ができなくなるという問題があった。また、上記②の方法によれば、追尾性能を上げることができるが、この方法では高性能で高速なカメラの制御装置が必要となる。さらに、上記③の方法によれば、複数のカメラを用いて広範囲の周囲情報を取り込むことにより追尾性能を上げることができるが、複数のカメラを用いれば、それだけシステムのコストが高くなり、これらのカメラを制御するための制御回路も複雑にならざるを得ない。

【 0 0 0 7 】

いずれにしろ、カメラを回転させる方法では、上述したように追尾スピードに限界があると共に、一度に得られる画像がそのカメラの画角で決まるために死角が存在する。また、カメラを回転させるための機械部分が存在するため、長期間の稼働に対して保守およびメンテナンスが必要である。

【 0 0 0 8 】

そこで、機械部分を用いずに一度に全方位の画像を取り込む方法として、回転体ミラーを用いる方法が注目されている。この中でも特に、双曲面ミラーを用いる方法は、入力画像をミラーの焦点から見た画像（一般のカメラで撮像した画像、透視投影画像）やカメラを鉛直軸周りに回転して得られる画像（円筒状の全方位画像、パノラマ画像）に簡単に変換することができ、他のミラーを用いる方法に比べて多様な画像処理が可能となる。この双曲面ミラーを用いた全方位視覚系は、特開平 6 - 2 9 5 3 3 3 号公報（全方位視覚系）に記載されている。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記従来技術の課題を解決するためになされたものであり、双曲面ミラーを用いた光学系により周囲 3 6 0 ° の視野情報を取り込み、その撮像画像情報から画像処理技術により移動物体を検出して追尾することにより、機械部分を用いずに死角の無い移動物体追尾装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明の移動物体追尾装置は、周囲の視野情報を取り込む光学系と、該光学系で取り込まれた視野情報を画像情報に変換する撮像手段と、該画像情報を処理する情報処理手段とを備え、周囲の移動物体を検知して追尾する移動物体追尾装置において、該光学系が、少なくとも双曲面ミラーを備え、周囲360°の視野情報を取り込む全方位視覚センサーからなり、該撮像手段が、1台の静止したカメラから構成され、該情報処理手段が、撮像画像情報から1または2以上の移動物体を検知して追尾する検知追尾手段を有しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0011】

上記構成によれば、双曲面ミラーを用いた光学系により周囲360°の視野領域を取り込むことができ、その光学系で得られた視野情報を1台の静止したカメラ（回転させないカメラ）により画像情報に変換し、画像処理技術により周囲の移動物体を検知して追尾することができる。よって、1台のカメラにより機械部分を用いずに死角の無い追尾装置を実現することが可能である。従来の移動物体追尾装置では、カメラ自体がパン、チルトする等、機械的に稼働したり、または複数のカメラを切り替えるといった操作が必要であったが、本発明では双曲面ミラーを用いることにより、これらをソフト的に解決し、コスト面および精度面を向上した移動物体追尾装置を実現することが可能となる。例えば、後述する実施形態に示すように、画像処理により移動物体を検知するに当たって、移動物体のデータにラベルを付けてデータ上で管理および識別することにより、画像内に1または2以上の移動物体が含まれていても、追尾が可能となる。

【0012】

前記情報処理手段は、少なくとも撮像画像情報をパノラマ画像に変換するパノラマ画像変換手段を備え、該パノラマ画像変換手段は、該パノラマ画像内の1または2以上の移動物体にマーカーを付加するマーカー付加手段を有していてもよい。

【0013】

上記構成によれば、パノラマ画像によって周囲360°の全方位画像が見やす

くなり、さらに、マーカーによって移動物体の識別が容易になる。

【 0 0 1 4 】

前記マーカー付加手段は、前記パノラマ画像内の移動物体像のサイズに応じたサイズのマーカーを付加してもよい。

【 0 0 1 5 】

上記構成によれば、マーカーサイズの変更により、どの範囲の移動物体に注目しているかが明確になる。

【 0 0 1 6 】

前記情報処理手段は、少なくとも撮像画像情報を透視投影画像に変換する透視投影画像変換手段を備えていてもよい。

【 0 0 1 7 】

上記構成によれば、ミラーの焦点から見た画像である透視投影画像に変換することによって、双曲面ミラーによる歪みの無い画像が得られる。

【 0 0 1 8 】

前記情報処理手段は、撮像画像の解像度に応じた変換表を用いて画像情報を処理してもよい。

【 0 0 1 9 】

上記構成によれば、変換表によって画像変換処理の高速化を図ることが可能である。

【 0 0 2 0 】

前記情報処理手段は、撮像画像のRGBデータのうちの1種類のデータのみを用いて画像情報を処理してもよい。

【 0 0 2 1 】

上記構成によれば、RGBデータのうちの1種類のデータのみ画像処理を施すことにより、処理の高速化を図ることが可能である。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 3 】

本発明の移動物体追尾装置は、周囲 360° の視野情報を取り込むための光学系に双曲面ミラーを用い、その光学系で得られた視野情報をカメラで画像情報に変換し、画像処理技術により移動物体を検知および追尾するものである。

【0024】

なお、通常、「画像」は静止画を意味し、「映像」は動画を意味しているが、「映像」は複数の静止画から成り立っているため、この後の説明では「映像」を「画像」の一部として説明する。本発明は全方位の画像を一括してリアルタイムに取り込むことができるものであり、以下の説明では「画像」として説明を行うが、「画像」が「映像」の一部であると考えてもよい。

【0025】

図1は、本発明の一実施形態である移動物体追尾装置の概略構成を示すブロック図である。この移動物体追尾装置においては、周囲 360° の視野情報が得られる双曲面ミラー10を光学系とし、この光学系で得られた周囲の映像をビデオカメラ11で画像情報とする。この画像情報を画像処理ボード12によってデジタル情報に変換し、コンピュータシステム13内のメモリに格納する。そして、このデジタルデータに後述するような画像処理を施すことにより、移動物体を検知および追尾することができる。

【0026】

図2は、図1の双曲面ミラー10で得られた周囲 360° の全方位画像21をビデオカメラ11で取り込み、画像処理ボード12でデジタル情報に変換したデータをそのまま、コンピュータシステム13内のディスプレイ画面20に表示したものである。このように、周囲 360° の映像（画像）を一度にリアルタイムに取り込むことができる。そして、後述するような画像処理により移動物体を検知するに当たって、移動物体のデータにラベルを付けてデータ上で管理および識別することにより、画像内に1または2以上の移動物体が含まれていても、追尾が可能となる。

【0027】

図3は、図2に示した周囲 360° の全方位画像を見やすくするため、後述するような画像処理によりパノラマ変換を行ったパノラマ画像30である。このパ

ノラマ画像によれば、周囲 360° の映像（画像）を一度に見渡すことができる。また、パノラマ画像内で検知した移動物体に対して、後述するような画像処理によりマーカー31、32を付加することにより、移動物体の識別が容易になる。さらに、マーカー31、32を付加するに当たって、パノラマ画像30内で検知された移動物体の面積を計算して、そのサイズに応じた大きさのマーカーを付加することにより、移動物体の識別がさらに容易になる。

【0028】

このパノラマ画像は、双曲面ミラーで得られた周囲映像を後述するように θ 方向に展開した画像であり、その画像には双曲面ミラーによる歪みが含まれている。そこで、パノラマ画像に後述するような画像処理を施して、図4に示すようなミラーの焦点から見た画像（一般のカメラで撮像した画像）である透視投影画像40に変換することにより、歪みの無い画像が得られる。なお、この双曲面ミラーを用いた映像のパノラマ変換および投影変換のためのアルゴリズムとしては、特開平6-295333号公報に記載されているものを用いることができる。

【0029】

図4の透視投影画像40は、本来は図2に示した全方位画像21から歪みの無い画像に変換したものであるが、イメージ的には図3に示したパノラマ画像30の一部を切り出した画像である。そこで、この切り出し部分を後述するような画像処理技術によって切り替えることにより、カメラを動かさなくても、図5に示すように、パン、チルトを実行したことと同じになる。なお、図5（a）の50は透視投影画面を示し、図5（b）の51はパン動作後の透視投影画面を示す。

【0030】

上述したように、双曲面ミラーにより得られた周囲映像のパノラマ変換および透視投影変換のためのアルゴリズムは、特開平6-295333号公報に記載されている。しかし、この公報に記載されている変換式をそのまま実行した場合には、処理時間がかかりすぎて画像処理をリアルタイムに行うことができない。そこで、この変換式で必要とされるデータをディスプレイの画素数に応じた（撮像画像の解像度に応じた）容量分だけ、事前にコンピュータシステム13内のメモ

りにテーブルとして用意しておき、変換が必要なときに変換式を計算することなく、変換式の計算結果をテーブルから引き出すことにより、画像処理の高速化を図ることができる。

【 0 0 3 1 】

さらに、上述したように双曲面ミラー 1 0 により得られた周囲映像を画像処理ボード 1 2 によりデジタル情報に変換する場合、カラー映像に対する R G B の 3 種類のデータが得られる。そこで、後述するような画像処理を行うに当たって、全ての処理を R G B の 3 種類のデータに施すのではなく、例えば移動物体の検知処理についてはそのうちの 1 種類のデータのみに対して処理を行うことにより、処理の高速化を図ることができる。

【 0 0 3 2 】

以下に、本発明の実施の形態について、さらに詳しく説明する。

【 0 0 3 3 】

まず、本発明の光学系として用いられる双曲面ミラーを用いた全方位視覚系については、特開平 6 - 2 9 5 3 3 号公報にその詳細が述べられている。図 6 に示すように、双曲面ミラー 6 0 の第 1 焦点 6 2 と対となる他方の焦点である第 2 焦点 6 3 に、撮像手段（ビデオカメラ）のカメラレンズ 6 1 の中心を配置し、レンズの焦点距離だけ離れた位置に撮像面 6 4 を設置する。これにより、撮像面 6 4 に周囲 3 6 0 ° の視野情報が写り、上記図 2 に示した全方位画像 2 1 が得られる。

【 0 0 3 4 】

図 6 において、漸近線 6 5、6 6 の交点を原点とし、水平面を X 軸および Y 軸、鉛直軸（第 1 焦点 6 2 と第 2 焦点 6 3 とを結ぶ方向）を Z 軸とする座標系を取ると、双曲面は

$$(X^2 + Y^2) / a^2 - Z^2 / b^2 = -1 \quad \dots (1)$$

$$c^2 = (a^2 + b^2) \quad \dots (2)$$

で表される。なお、a および b は双曲面の形状を決定する数値（距離）であり、c は図 6 の漸近線 6 5、6 6 の交点から各焦点 6 2、6 3 までの距離を示す数値である。

【 0 0 3 5 】

図 7 に、本発明の一実施形態である移動物体追尾装置の概略構成を示す。本実施形態では、アルミニウム材料を削り出して表面に金属蒸着を行ってミラー面を形成し、直径 65 mm ($a = 17.93$ 、 $b = 21.43$ 、 $c = 27.94$) の双曲面ミラー 70 を作製した。また、周囲情報を取り込むため、この双曲面ミラー 70 に透明なアクリル製保護ドーム 71 を付け、ホルダー 72 を介してビデオカメラ 73 本体と接続した。さらに、転倒防止のため、ビデオカメラ 73 本体をカメラホルダー 74 で保持した。

【 0 0 3 6 】

これにより、画角として水平画角 360° 、垂直画角約 90° 、仰角約 25° 、俯角約 65° が得られた。なお、本実施形態では金属を削り出して双曲面ミラーを作製したが、量産時にはプラスチックを金型成型して表面に金属蒸着を行い、ミラー面を形成することによりコストダウンを図ることができる。

【 0 0 3 7 】

撮像手段（ビデオカメラ 73）としては、 $f = 4\text{ mm}$ 、解像度が 41 万画素のカラー CCD カメラを用いた。この CCD カメラからの映像コンポジット信号は、カメラアダプタ 75 により RGB 信号に変換され、パーソナルコンピュータ 77 の拡張スロットに装着された画像処理ボード 76 内の画像メモリに取り込まれる。この画像処理ボード 76 としては、シャープセミコンダクター社製 GPB-K を用いた。このボードは、広範囲な画像処理ライブラリーを有し、1 画素当たり 40 nsec の画像処理速度が得られる。また、パーソナルコンピュータ 77 としては、CPU に Celeron 400MHz、メモリ 64MB、OS に Windows NT を用いた。

【 0 0 3 8 】

図 8 に、図 7 の画像処理ボード 76 内の内部構成ブロックを示し、その動作の概要について説明する。図 7 のカメラアダプタ 75 で RGB 信号に変換された全方位画像は、図 8 の AD 変換器 80 により RGB 各 8 ビットのデジタルデータに変換され、画像メモリ 81 内に格納される。画像メモリ 81 内のデータは、内部画像バスを介して画像処理手段 84 に転送され、上記画像処理ライブラリーによ

り提供される各種画像処理が高速に行われる。処理が完了したデータは、P C Iブリッジ 8 3 を介して P C I バス（出力用バス）に送られ、図 7 のパーソナルコンピュータ 7 7 の拡張スロットの P C I バスに転送されてパーソナルコンピュータ 7 7 のメモリ 7 7 a に取り込まれ、ディスプレイ 7 8 に表示される。なお、図 7 に示したキーボード 7 9 は、本装置の起動および終了を受け付けるための媒体であり、図 8 に示した制御部 8 2 は、ホストコマンドの送受信や画像メモリおよび画像処理部のコントロールを行う。

【 0 0 3 9 】

図 9 は、上記画像処理ボード 7 6 内の画像メモリ 8 1 に取り込まれた全方位画像のディスプレイをそのままパーソナルコンピュータ 7 7 のメモリ 7 7 a に転送して、パーソナルコンピュータ 7 7 のディスプレイ 7 8 内のウィンドウの 1 つに表示したものである。このウィンドウの画面サイズは 6 4 0 画素×4 8 0 画素の V G A 画面とした。これが上記図 2 に相当する。なお、ここでは画像の解像度を 6 4 0 画素×4 8 0 画素の V G A 画面としたため、上記 C C D カメラの解像度は 4 1 万画素で充分であった。なお、画像の解像度を増すためには、より解像度の高いカメラが必要となる。

【 0 0 4 0 】

図 1 0 は、図 9 の全方位画像をパノラマ変換したパノラマ画像 1 0 1 および透視投影変換した透視投影画像 1 0 0 を上記ウィンドウに組み入れたものである。ここではパノラマ画像のサイズは 6 4 0 画素×1 6 0 画素とし、透視投影画像のサイズは 1 2 0 画素×1 2 0 画素とした。また、パノラマ画像 1 0 1 内の移動物体にはマーカー 1 0 2 を付加している。

【 0 0 4 1 】

以下に、上記図 9 の全方位画像から移動物体を検出してマーカーを付加し、パノラマ画像および透視投影画像に変換するフローについて、図 1 1 を参照しながら説明する。

【 0 0 4 2 】

まず、上記図 7 のカメラアダプタ 7 5 によって R G B 信号に変換された全方位画像は、図 8 の A D 変換器 8 0 により R G B 各 8 ビットのデジタルデータに変換

され、画像メモリ 81 内に格納される。そこで、図 11 のステップ 110 において、前のフレームで取り込んだ全方位画像フレームデータと、今回取り込んだ全方位画像フレームデータとの減算処理を行って、フレーム差分を求める。

【0043】

この差分の後処理および次の 2 値化の前処理として、ステップ 111 において 3 画素×3 画素のウィンドウ内で画素値の MAX を求める演算を行う。これによって画像が膨張される。ここで、画像を膨張処理を行うのは、2 値化の際に 1 つの移動物体が切れて別々の物体になるおそれがあるので、膨張処理によりくっつける（統合する）ためである。

【0044】

次に、ステップ 112 において、256 階調の画像を背景と移動物体（追尾対象）との 2 階調に階調変換する。フレーム差分により、移動量の無い背景は輝度差の値が 0 となり、移動物体は前フレームと現フレームとの間で輝度差があるので、この輝度差の値がある値以上のものを移動物体として検出することができる。

【0045】

次に、ステップ 113 において、2 値化された画像について、その連結領域に番号（ラベル）付けを行う。このラベル付けによって、以下の面積値や重心座標をラベル毎に抽出することができる。また、このラベル付けによって、複数の移動物体が存在しても、区別することができる。この実施形態では、図 12 に示すように、640 画素×480 画素の VGA 画面（ディスプレイ画面 20）に対して左上を原点とした X-Y 座標系を全方位画像の座標系とした。

【0046】

次に、ステップ 114 において、ラベル付けされた各連結領域毎に、その面積（画素数）を求める。そして、ステップ 115 でこの面積が閾値以上であるか否かを判断し、閾値未満であればそのラベル付けされた連結領域がノイズであると判断する。これにより、ノイズに強いフローとすることができる。

【0047】

ステップ 116 では抽出された面積を大きい順にソートし、ステップ 117 で

は上位 n 個について重心座標を抽出する。重心座標は、ステップ 1 1 4 でラベル付けされた各連結領域毎に 1 次モーメントを算出し、面積（0 次モーメント）で割算をして算出する。そして、ステップ 1 1 8 では、ステップ 1 1 7 で抽出した現フレームの n 個の重心座標と、前のフレームで抽出した n 個の重心座標の同定を行って移動物体を検出し、個々の追跡を行う。

【0 0 4 8】

このようにして移動物体を検出して重心座標を求めることができるので、ステップ 1 1 9 ではこの移動物体の重心座標を基にして、極座標系での半径および角度を抽出する。そして、ステップ 1 2 0 では、現フレームの全方位画像をパノラマ画像に変換し、ステップ 1 2 1 では透視投影画像に変換する。また、ステップ 1 2 0 においてパノラマ画像に変換するに当たって、ステップ 1 1 9 で検出した移動物体にマーカーを付加した画像とする。このように移動物体にマーカーを付加することにより、全方位画像内に複数の移動物体が存在しても、問題無く追跡することができる。

【0 0 4 9】

なお、ステップ 1 0 0 からステップ 1 1 9 までの移動物体の検出フローでは、RGB データのうち、例えば G データのみに対して処理を行い、移動物体検出処理の高速化を図った。そして、ステップ 1 2 0 およびステップ 1 2 1 ではカラー画像を扱うために RGB 全てのデータを対象として処理を行った。

【0 0 5 0】

このようにして、現フレームの 1 つの全方位画面から移動物体を検出し、マーカーを付加したパノラマ画像および透視投影画像に変換することができる。この画像データをパーソナルコンピュータ内のメモリに格納し、ディスプレイに送って表示したものが図 9 および図 1 0 の画面となる。以上の処理が終わってから、次の全方位画像を取り込んで、次のフレームデータを処理することにより、動画の映像を表示することができる。

【0 0 5 1】

次に、ステップ 1 2 0 およびステップ 1 2 1 で概略を説明したパノラマ画像および透視投影画像に変換する方法について、以下に説明する。なお、パノラマ変

換および投影変換のためのアルゴリズムとしては、特開平6-295333号公報に記載されているものを用いることができるため、ここでは実施形態のみを記すことにする。

【0052】

まず、パノラマ変換について、図13を用いて説明する。特開平6-295333号公報に記載されているように、図13(a)に示すディスプレイ画面130において、座標(x, y)で表される物体P(画素)について、全方位画像131の中心座標(Cx, Cy)からの半径rおよび角度θを求めることにより、図13(b)に示すパノラマ画面132として投影することができる。しかし、このようにして各画素を変換処理していたのでは、処理時間がかかりすぎる。そこで、本実施形態では、パノラマ画像から見た全方位画像の座標をパノラマ画像の全画素分、事前にテーブルとして用意しておき、このテーブルを参照するだけで変換処理を行うことができるようにした。

【0053】

すなわち、パノラマ画像において座標(r, θ)と表される画素は、全方位画像上における座標(x, y)が

$$x = Cx + r \times \cos \theta \quad \dots (3)$$

$$y = Cy + r \times \sin \theta \quad \dots (4)$$

と表される。

【0054】

ここで、パノラマ画像上の個々の画素に対応した半径rと角度θに対して、上記式(3)により予め計算しておいたx座標のテーブルtbxおよび上記式(4)により予め計算しておいたy座標のテーブルtbyを各々用意した。このテーブルでは、角度θについては1/100°精度で0°～360°の範囲とし、半径rは0画素～160画素の範囲とした。従って、図10に示すようにパノラマ画面のサイズは縦160画素となった。

【0055】

なお、パノラマ画面上でパン動作を行うことができる。このパン動作は、テーブル変換する際に、角度θにオフセットを加えることにより実現することができる。

る。従って、パノラマ画像のパン動作についても画像処理により高速に行うことができる。また、マーカー付加については、ステップ119で移動物体の半径および角度が分かるので、この情報を基にパノラマ画像の対応する箇所にマーカーを表示（付加）している。

【0056】

次に、透視投影変換について、図14を用いて説明する。透視投影変換では、図14(a)に示すディスプレイ画面140において、全方位画像141のA, B, C, Dで囲まれた扇型部分を変換することになる。そこで、座標 (x, y) で表される物体P（画素）について、全方位画像141の中心座標 (C_x, C_y) からの半径 r および角度 θ を求めることにより、図14(b)に示す透視投影画面143上に投影することができる。しかし、このようにして各画素を変換処理していたのでは、処理時間がかかりすぎる。そこで、本実施形態では、上述したパノラマ変換と同様に、透視投影画像から見た全方位画像の座標を透視投影画像の全画素分、事前にテーブルとして用意しておき、このテーブルを参照するだけで変換処理を行うことができるようにした。

【0057】

具体的には、図15に示すように、三次元空間上に物体Pを含む透視投影面156を想定して、物体Pの三次元空間上の座標を (T_x, T_y, T_z) とし、カメラの撮像面154上の全方位画像に物体Pの画像が写ったとする。このとき、透視投影面156上の物体P（画素）について、全方位画像上の極座標 (r, θ) をテーブルによって求め、次に、上述した x 座標のテーブル t_{bx} 、 y 座標のテーブル t_{by} を参照して全方位画像上の座標 (x, y) を求めることにより、透視投影変換を行うことができる。

【0058】

すなわち、透視投影画像において座標 (r, θ) と表される画素は、全方位画像上における座標 (x, y) が上記式(3)および上記式(4)で表される。そして、透視投影画像における半径 r と角度 θ は、図15に示すように、物体Pの三次元空間上の座標を (T_x, T_y, T_z) とし、双曲面ミラー150の第1焦点152から見た角度を α 、双曲面ミラー150とカメラレンズ151の中心と

の角度を β とすると、

$$\alpha = \arctan (Tz / \sqrt{Tx^2 + Ty^2}) \quad \dots (5)$$

$$\beta = \arctan (((b^2 + c^2) \times \sin \alpha - 2 \times b \times c) / (b^2 - c^2) \times \cos \alpha) \quad \dots (6)$$

と表される。ここで、 a 、 b 、 c は双曲面の形状を決定する数値であり、上記式(1)および上記式(2)の関係を満たす。また、半径 r と角度 θ は、

$$\theta = -\arctan (Ty / Tx) \quad \dots (7)$$

$$r = F \times \tan ((\pi / 2) - \beta) \quad \dots (8)$$

となる。ここで、 F はカメラの焦点距離である。

【0059】

そこで、透視投影面156上の個々の画素に対応した三次元空間上の座標(Tx , Ty , Tz)に対して、上記式(7)により予め計算しておいた θ 座標のテーブル $t b \theta$ および上記式(8)により予め計算しておいた r 座標のテーブル $t b r$ を各々用意した。なお、本実施形態では、上述したように透視投影面156のサイズを120画素×120画素とした。従って、このサイズは、双曲面ミラー150の第1焦点152にカメラを置いたと想定したときの画角に相当する。

【0060】

これにより、透視投影面156の各画素をテーブル $t b \theta$ およびテーブル $t b r$ を参照するだけで全方位画像上の極座標(r , θ)に変換することができ、次に、テーブル $t b x$ およびテーブル $t b y$ を参照するだけで全方位画像上の座標(x , y)を求めることができる。

【0061】

なお、透視投影画像のパン動作は、パノラマ画像と同様に、テーブル変換する際に角度 θ にオフセットを加えることにより実現することができる。また、透視投影画像のチルト動作は、専用の半径 r の変換テーブル $t b t r$ を用意して実現することができる。このチルト用テーブル $t b t r$ は、チルト角により求められる α の角度毎に上記式(6)および上記式(8)で算出される半径 r を求めたテーブルである。従って、透視投影画像のパン動作およびチルト動作についても画像処理により高速に行うことができる。

【0062】

以上のように、本実施形態では、図11のステップ110からステップ114、およびステップ117の処理を画像処理ボードの有する画像処理ライブラリー内の関数を用いて行い、移動物体の検出にはRGB中のGデータのみを用いて検出処理を行い、パノラマ画像および透視投影画像への変換に当たっては複数のテーブルを用意した結果、1秒当たり10フレームの動画処理スピードを実現することができた。そこで、1秒当たり30フレームの動画処理を行うためには、本実施形態の方法によって上記画像処理ボードよりも3倍ほど高速な画像処理ボードを採用すれば可能となる。なお、図11のステップ115、116、118、119の処理は、画像処理ボードではなく、PC本体のCPUによって行われる。

【0063】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、双曲面ミラーを用いた光学系と1台の静止したカメラを用いることにより、機械的な駆動部分がないため、長期の稼働に対して保守およびメンテナンスの必要性が少なく、信頼性が高い安定した動作を実現することができる。また、カメラを1台しか必要としないので、装置コストの安価な移動物体追尾装置を実現することができる。さらに、周囲360°の視野情報を1度に取り込むことができるため、移動物体を見失うことなく、カメラの周囲を周回するような移動物体を追尾することも可能となる。

【0064】

光学系に双曲面ミラーを用いることにより、全方位画像をパノラマ画像に変換して見やすくしたり、透視投影画像に変換して歪みの無い画像を得ることができるので、移動物体の認識精度が向上し、屋内外の監視装置、移動ロボット、車載用等、多方面への適用が可能な移動物体追尾装置を実現することができる。

【0065】

さらに、移動物体検出および追尾のためのアルゴリズムとしては、上述したような簡単なアルゴリズムを適用することができ、パン、チルト等の画角変更も行うことができる。また、従来技術のようにカメラを制御する複雑な制御回路も不

要である。従って、システム全体として簡素化を図ることができ、カラー動画像が得られる移動物体追尾装置においても小型化が可能となる。

【 0 0 6 6 】

画像情報処理の際に、撮像画像の解像度に応じた変換表を用いて画像情報を処理することにより、画像変換処理の高速化を図ることができる。また、カラー動画像において、RGBデータのうちの1種類のデータのみ画像処理を施すことによっても、画像処理の高速化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態である移動物体追尾装置の構成を説明するためのブロック図である。

【図 2】

本発明の一実施形態においてディスプレイ画面上に表示される、周囲360°の視野情報を有する全方位画像を示す図である。

【図 3】

本発明の一実施形態において得られる、全方位画像をパノラマ変換した画像を示す図である。

【図 4】

本発明の一実施形態において得られる、透視投影画像を示す図である。

【図 5】

(a) および (b) は、本発明の一実施形態において得られる、透視投影画像のパン動作を説明するための図である。

【図 6】

本発明の一実施形態における光学系について、双曲面ミラーとカメラの位置関係を説明するための図である。

【図 7】

本発明の一実施形態である移動物体追尾装置の構成を説明するためのブロック図である。

【図 8】

本発明の一実施形態における、画像処理ボードの内部構成を説明するためのブロック図である。

【図 9】

本発明の一実施形態において、パーソナルコンピュータのディスプレイ画面上に表示された全方位画像を示す図である。

【図 1 0】

本発明の一実施形態において、パーソナルコンピュータのディスプレイ画面上に表示された全方位画像とそのパノラマ画像および透視投影画像を示す図である。

【図 1 1】

本発明の一実施形態において、全方位画像から移動物体を検出してマーカを付加し、パノラマ変換および透視投影変換を行うフローを説明するためのフローチャートである。

【図 1 2】

本発明の一実施形態における、全方位画像の座標系について説明するための図である。

【図 1 3】

(a) および (b) は、本発明の一実施形態における全方位画像とパノラマ画像との変換について説明するための図である。

【図 1 4】

(a) および (b) は、本発明の一実施形態における全方位画像と透視投影画像との変換について説明するための図である。

【図 1 5】

本発明の一実施形態における、双曲面ミラーによる物体の投影関係を説明するための図である。

【符号の説明】

1 0、6 0、7 0、1 5 0 双曲面ミラー

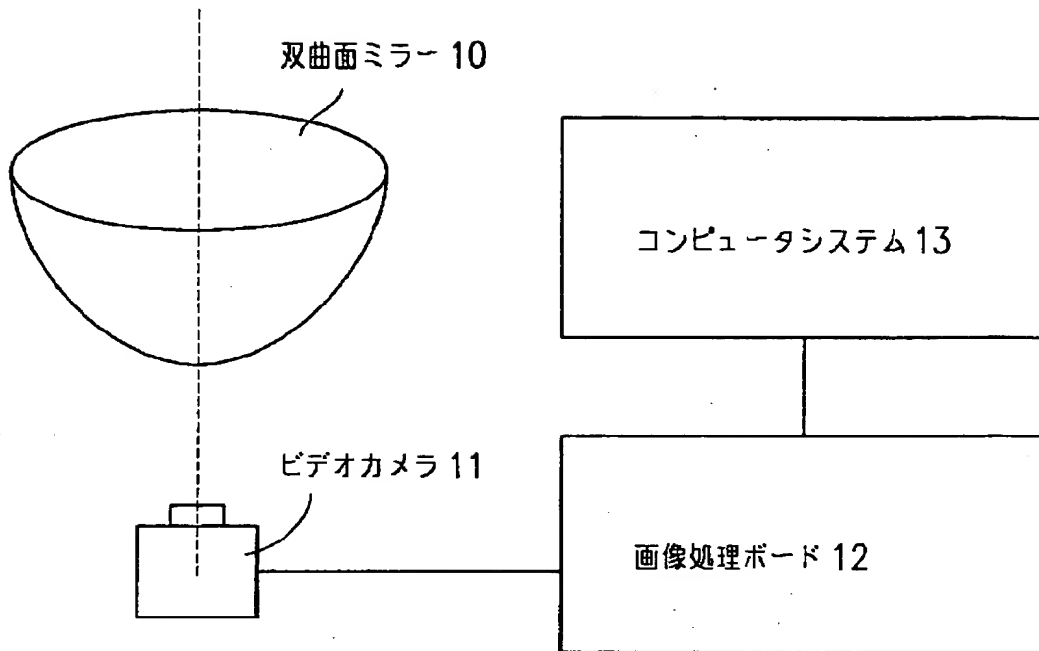
1 1、7 3 ビデオカメラ

1 2、7 6 画像処理ボード

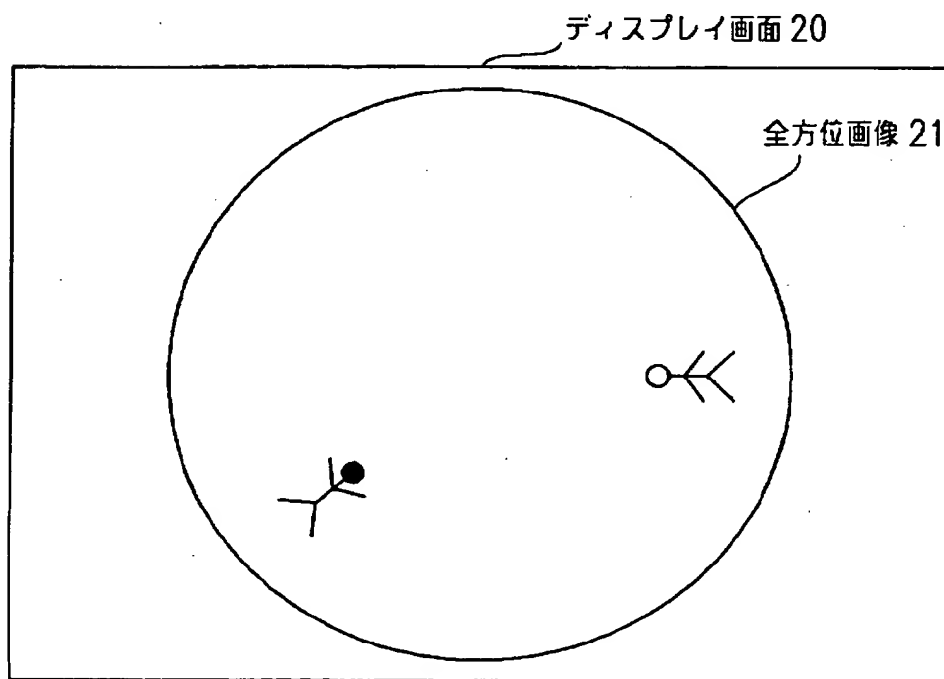
- 1 3 コンピュータシステム
- 2 0、1 3 0、1 4 0 ディスプレイ画面
- 2 1、1 3 1、1 4 1 全方位画像
- 3 0、1 0 1 パノラマ画像
- 3 1、3 2、1 0 2 移動物体に付加したマーカー
- 4 0、5 0、1 0 0 透視投影画像
- 1 4 3 透視投影画面
- 5 1 パン動作後の透視投影画面
- 6 1、1 5 1 カメラレンズ
- 6 2、1 5 2 双曲面ミラーの第 1 焦点
- 6 3、1 5 3 双曲面ミラーの第 2 焦点
- 6 4、1 5 4 カメラの撮像面
- 6 5、6 6、1 5 5 双曲面の漸近線
- 7 1 保護ドーム
- 7 2 ホルダー
- 7 4 カメラホルダー
- 7 5 カメラアダプタ
- 7 7 パーソナルコンピュータ
- 7 7 a メモリ
- 7 8 ディスプレイ
- 7 9 キーボード
- 8 0 A D 変換器
- 8 1 画像メモリ
- 8 2 制御部
- 8 3 P C I ブリッジ
- 8 4 画像処理手段
- 1 3 2、1 4 2 パノラマ画面
- 1 5 6 物体 P を含む透視投影面

【書類名】 図面

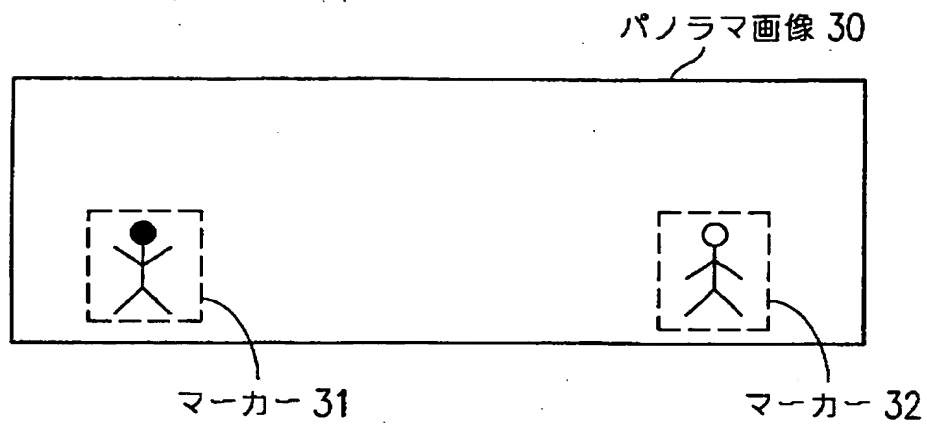
【図 1】



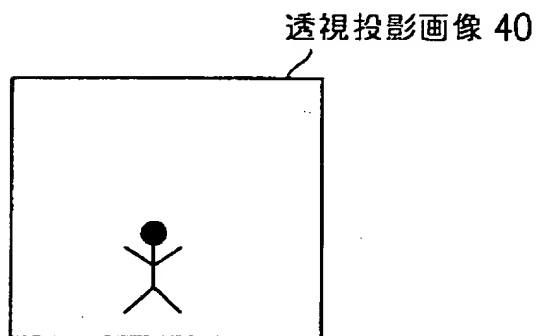
【図 2】



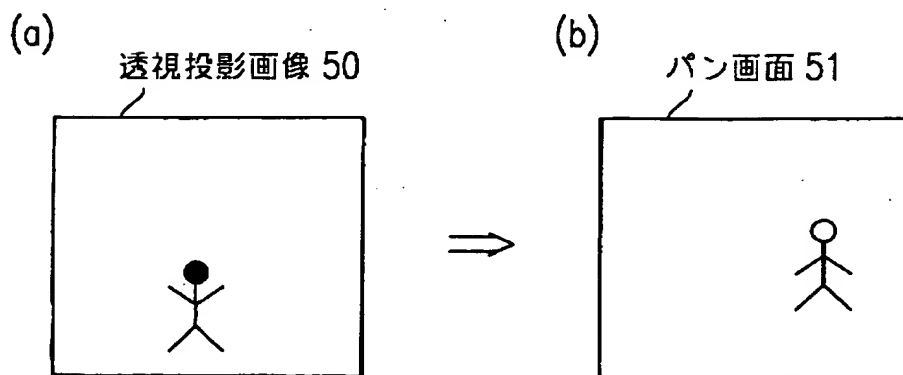
【図 3】



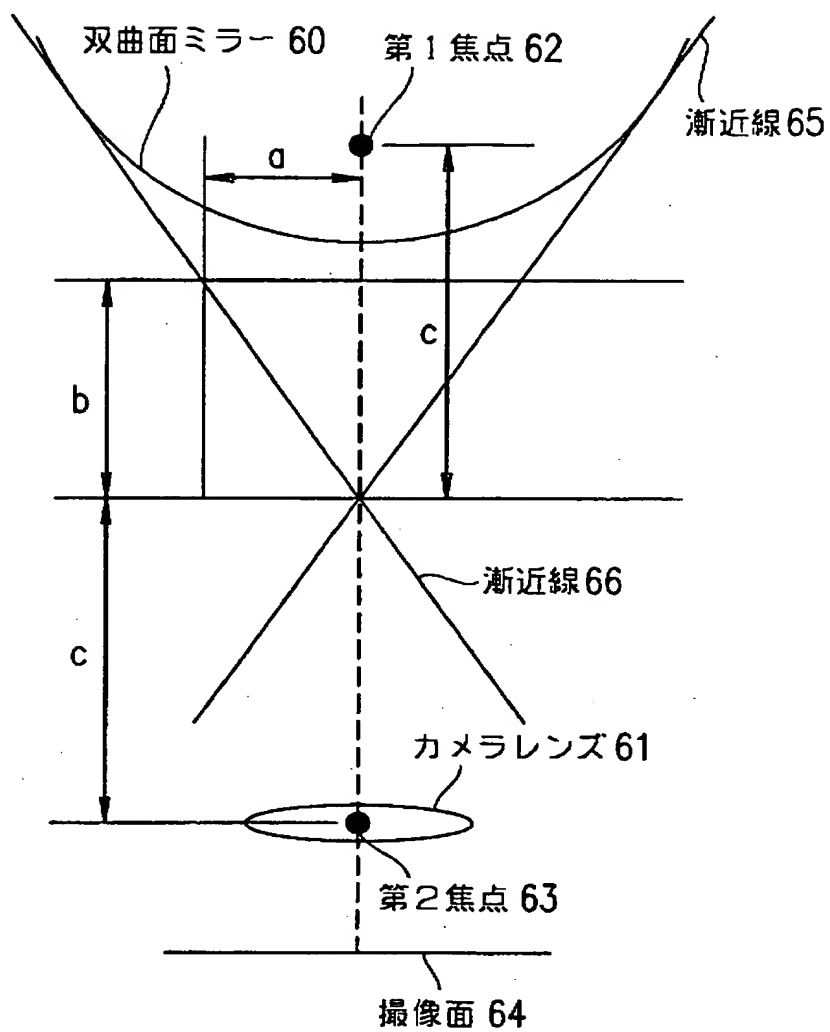
【図 4】



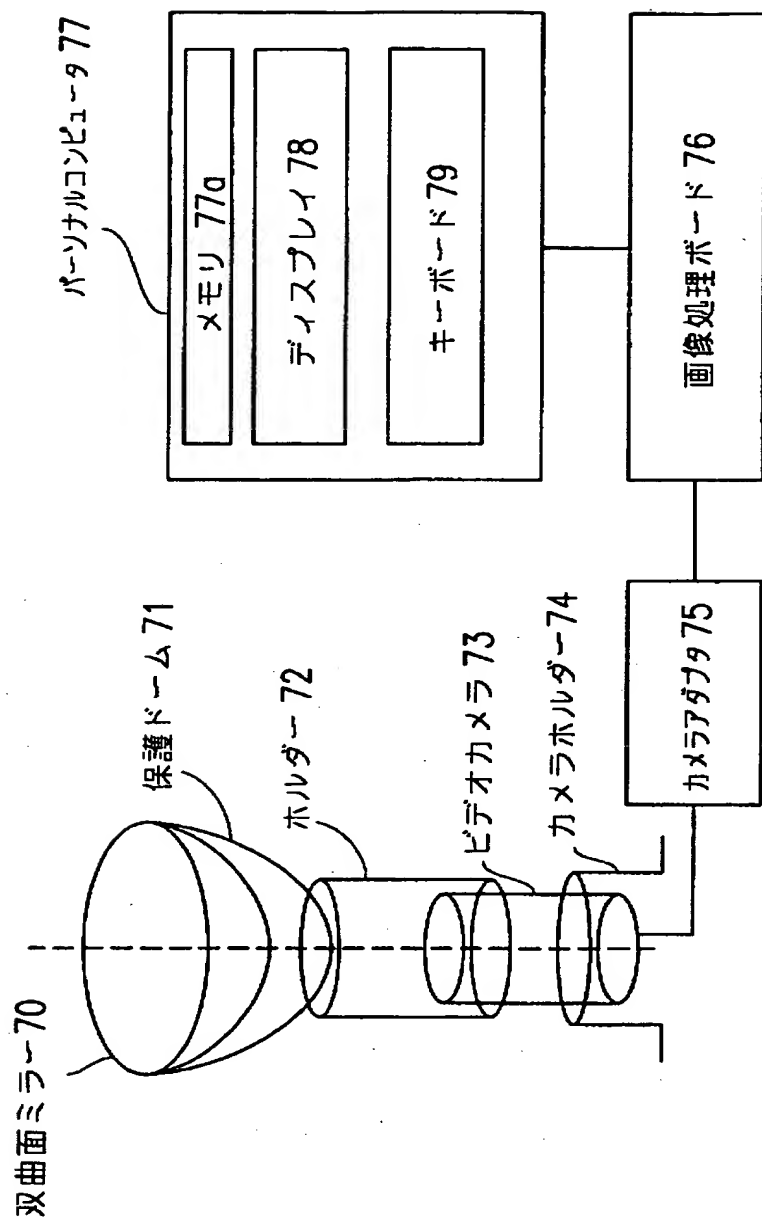
【図 5】



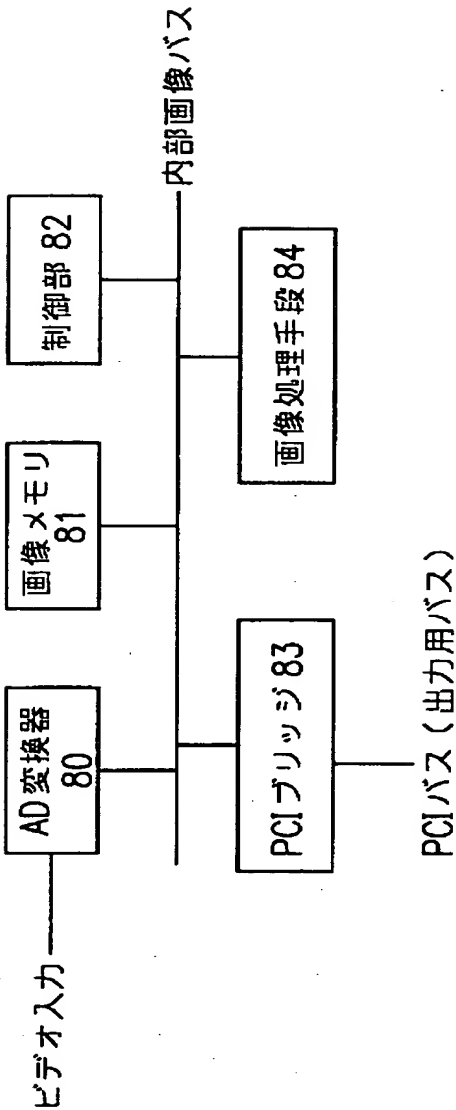
【図 6】



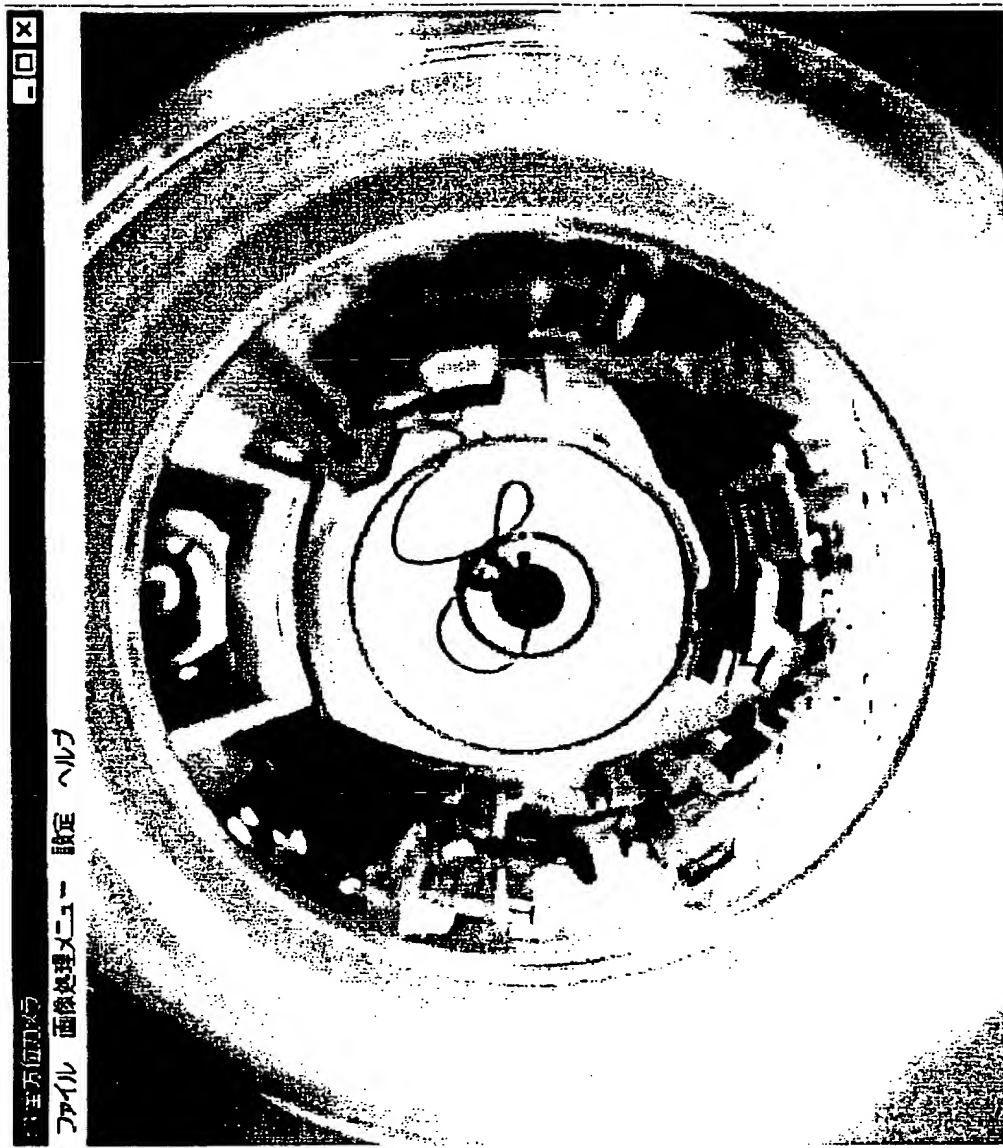
【図 7】



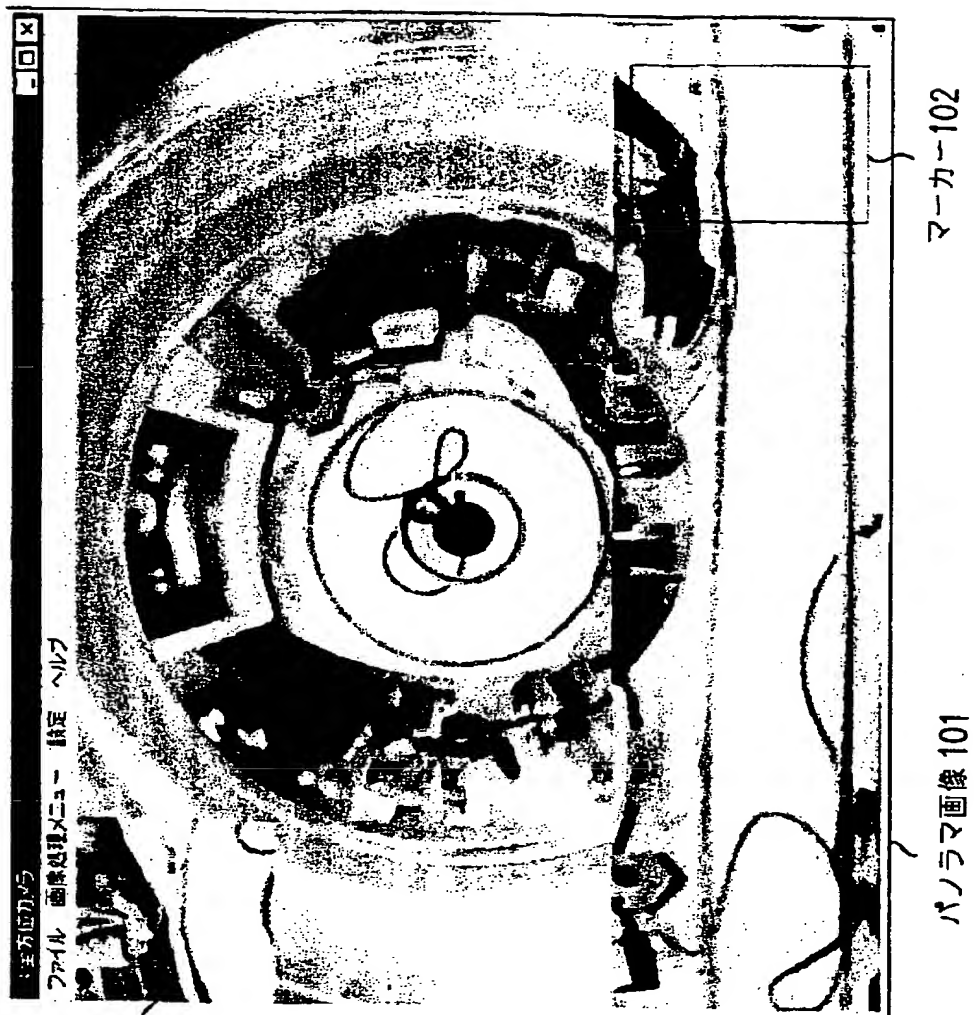
【図 8】



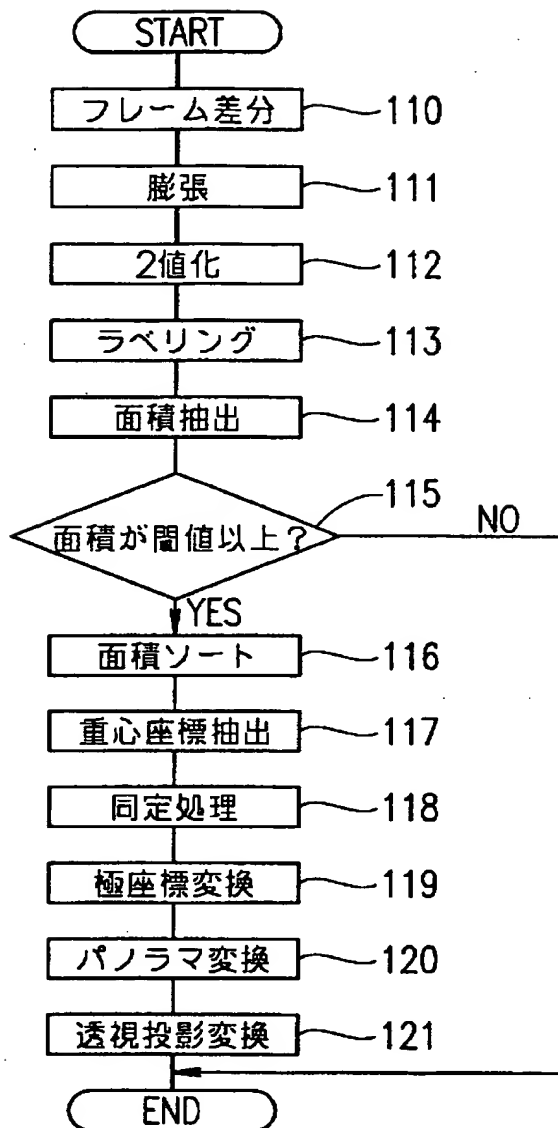
【図9】



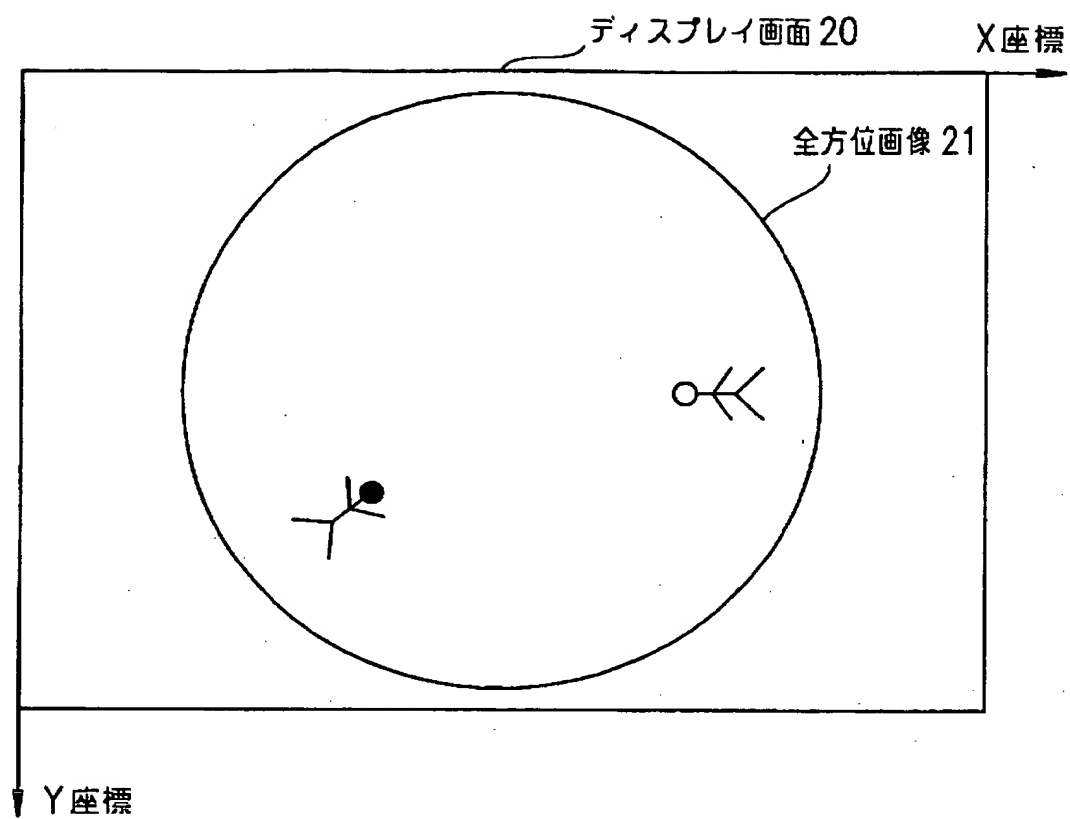
【図10】



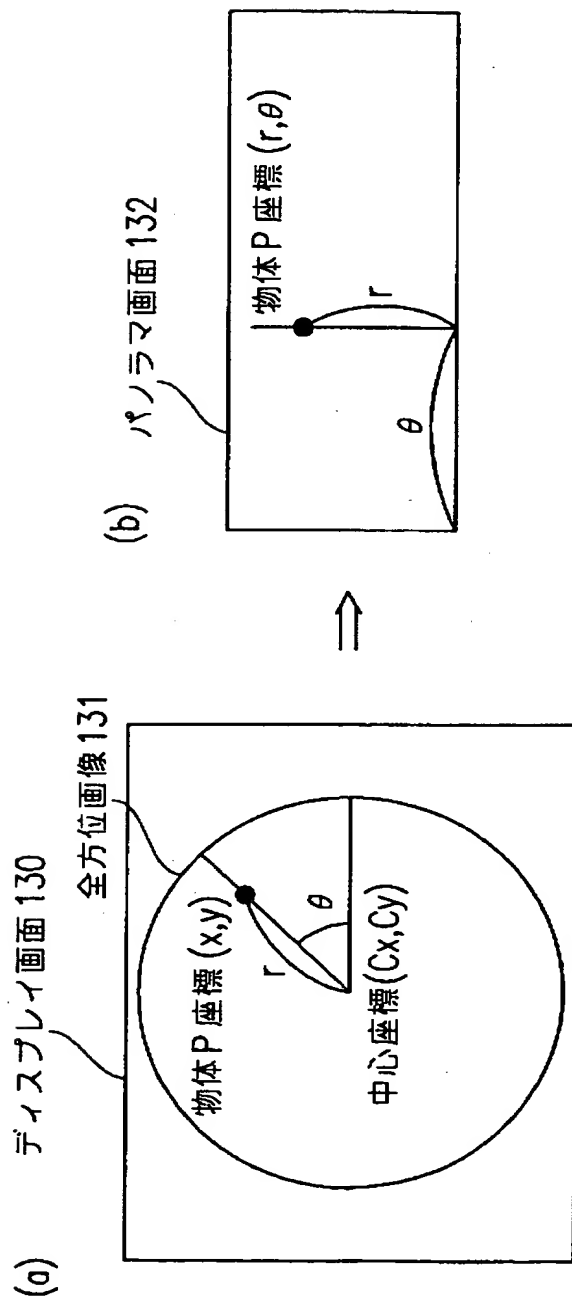
【図 1 1】



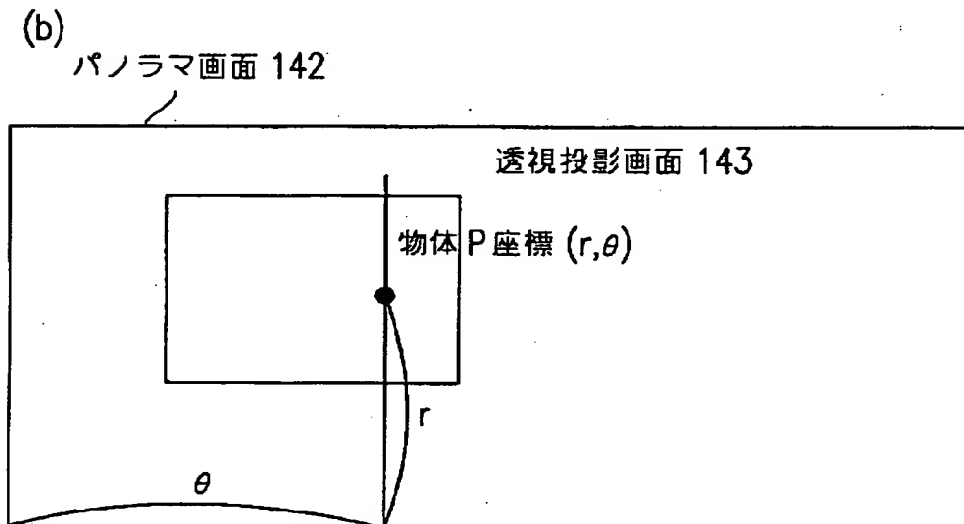
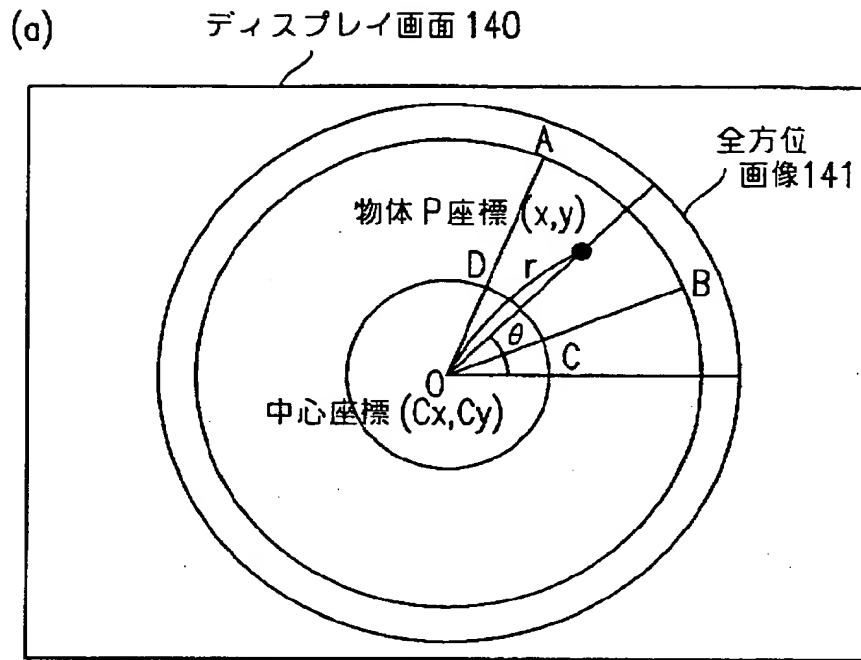
【図 1 2】



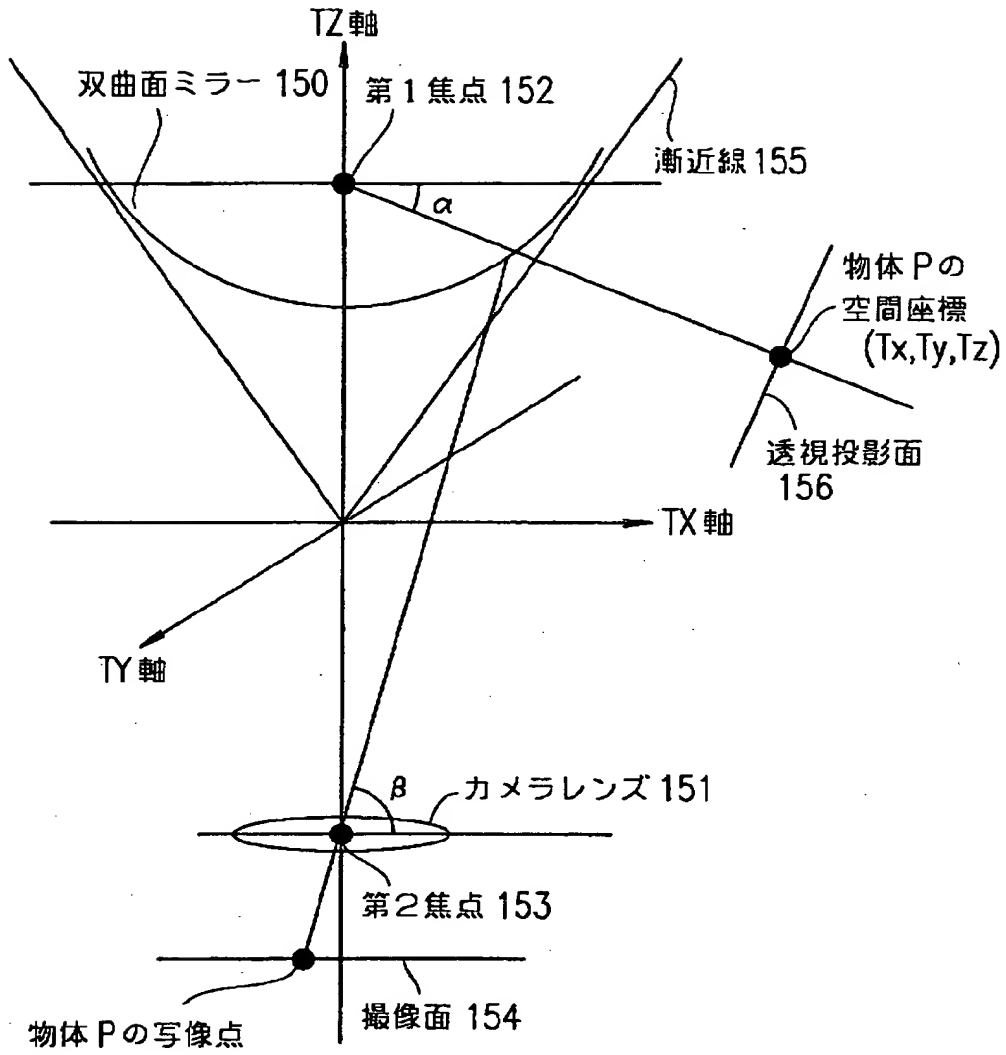
【図 1 3】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機械部分を用いずに死角の無い移動物体追尾装置を提供する。

【解決手段】 双曲面ミラー 1 0 を用いた光学系により周囲 3 6 0 ° の視野情報を取り込み、その光学系で得られた視野情報を 1 台の静止したカメラ 1 1 により画像情報に変換し、画像処理ボード 1 2 により画像処理を行って移動物体を検出し、追尾する。双曲面ミラー 1 0 により得られる全方位画像は、画像処理によりパノラマ画像や透視投影変換に変換することができる。このとき、撮像画像の解像度に応じた変換表を用いて画像情報を処理したり、撮像画像の RGB データのうちの 1 種類のデータのみを用いて画像情報を処理することにより、画像処理の高速化を図ることができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
氏 名 シャープ株式会社